

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant : Albert Birner et al. Art Unit : Unknown
Serial No. : Examiner : Unknown
Filed : July 30, 2003
Title : SEMICONDUCTOR TRENCH STRUCTURE

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

TRANSMITTAL OF PRIORITY DOCUMENT UNDER 35 USC §119

Applicant hereby confirms his claim of priority under 35 USC §119 from the following application:

German Application No. 102 34 952.5, filed July 31, 2002

A certified copy of this application, from which priority is claimed, is submitted herewith.

Please apply any charges to Deposit Account No. 06-1050, referencing Attorney Docket No. 12816-095001.

Respectfully submitted,

Date: July 30, 2003



Faustino A. Lichauco
Reg. No. 41,942

Fish & Richardson P.C.
225 Franklin Street
Boston, MA 02110-2804
Telephone: (617) 542-5070
Facsimile: (617) 542-8906
20700712.doc

CERTIFICATE OF MAILING BY EXPRESS MAIL

Express Mail Label No. EV331653765US

July 30, 2003
Date of Deposit



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 102 34 952.5

Anmeldetag: 31. Juli 2002

Anmelder/Inhaber: Infineon Technologies AG, München/DE

Bezeichnung: Herstellungsverfahren für eine Halbleiterstruktur mit einem Graben, insbesondere zur Verwendung bei der Herstellung eines Grabenkondensators

IPC: H 01 L 21/8242

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 2. Juli 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Jerofsky', written over a horizontal line.

Jerofsky

Beschreibung

Herstellungsverfahren für eine Halbleiterstruktur mit einem Graben, insbesondere zur Verwendung bei der Herstellung eines Grabenkondensators

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Herstellungsverfahren für eine Halbleiterstruktur mit einem Graben, insbesondere zur Verwendung bei der Herstellung eines Grabenkondensators.

Obwohl auf beliebige Halbleiterstrukturen mit einem Graben anwendbar, werden die vorliegende Erfindung und die ihr zugrundeliegende Problematik hinsichtlich der Herstellung eines Grabenkondensators erläutert.

Integrierte Schaltungen (ICs) oder Chips verwenden Kondensatoren zum Zwecke der Ladungsspeicherung. Ein Beispiel eines IC, welcher Kondensatoren zum Speichern von Ladungen verwendet, ist ein Speicher-IC, wie z.B. ein Chip für einen dynamischen Schreib-/Lesespeicher mit wahlfreiem Zugriff (DRAM). Der Ladungszustand ("0" oder "1") in dem Kondensator repräsentiert dabei ein Datenbit.

Ein Kondensatortyp, welcher üblicherweise in DRAMs verwendet wird, ist ein Grabenkondensator. Ein Grabenkondensator hat eine dreidimensionale Struktur, welche in dem Siliziumsubstrat ausgebildet ist. Eine Erhöhung des Volumens bzw. der Kapazität des Grabenkondensators kann durch tieferes Ätzen in das Substrat erreicht werden. In diesem Fall bewirkt die Steigerung der Kapazität des Grabenkondensators keine Vergrößerung der von der Speicherzelle auf dem Wafer belegten Oberfläche.

Ein üblicher Grabenkondensator enthält einen in das Substrat geätzten Graben. Dieser Graben wird typischerweise mit n^+ -dotiertem Polysilizium gefüllt, welches als eine Kondensatorelektrode dient (auch als Speicherkondensator bezeichnet).

5 Optionellerweise wird eine zweite Kondensatorelektrode (auch als "vergrabene Platte" bezeichnet) durch Ausdiffundieren von n^+ -Dotierstoffen von einer Dotierstoffquelle in einen Bereich des Substrats, welcher den unteren Abschnitts des Grabens umgibt, gebildet. Ein n^+ -dotiertes Silikatglas, wie z.B. ein
10 mit Arsen dotiertes Silikatglas (ASG), dient dabei als die Dotierstoffquelle. Ein Speicherdielektrikum, welches Nitrid enthält, wird üblicherweise zur Isolation der zwei Kondensatorelektroden verwendet.

15 In dem oberen Bereich des Grabens wird ein dielektrischer Kragen erzeugt, um einen Leckstrom von dem Kondensatoranschluß mit der vergrabenen Platte zu verhindern. Das Speicherdielektrikum in dem oberen Bereich des Grabens, wo der Kragen zu bilden ist, wird vor dessen Bildung entfernt. Die
20 Entfernung des Nitrids verhindert einen vertikalen Leckstrom entlang des Kragens.

25 Bekannt ist es auch, einen Opferkragen im oberen Bereich eines tiefen Grabens zu erzeugen, um bestimmte Prozesse im unteren Bereich des Grabens durchführen zu können, welche den oberen Bereich des Grabens unbeeinflusst lassen sollen. Dieser Opferkragen wird dann nach der Durchführung dieser bestimmten Prozesse wieder entfernt und schließlich der elektrisch isolierende Isolationskragen im oberen Bereich des Grabens aufgebaut.
30

Als problematisch bei bekannten Konzepten zur Herstellung von Opferkrägen bzw. Isolationskrägen hat sich die Tatsache herausgestellt, daß diese Konzepte nicht gut skalierbar sind, da
35 sie auf einer undotierten Polysilizium-Füllung basieren, wel-

che für kleine Design-Maße eine zunehmende Tendenz zur Ausbildung von langen Lunkern besitzt. Diese Lunker machen die weitere Prozeßführung unkontrollierbar.

- 5 Daher ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein verbessertes Herstellungsverfahren für eine Halbleiterstruktur mit einem Graben, insbesondere zur Verwendung bei der Herstellung eines Grabenkondensators, zu schaffen, welches besser skalierbar ist.

10

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch das in Anspruch 1 angegebene Herstellungsverfahren gelöst.

15

Die vorliegende Erfindung ermöglicht es, einen skalierbaren Kragen in den oberen Bereich eines tiefen Grabens (Deep Trench) zu integrieren, wozu ein temperaturbeständiges flüssiges und/oder zerfließsfähiges Füllmaterial ausgewählt wird, das keine Tendenz zur Lunkerbildung zeigt und an der Seitenwand des Grabens haftet sowie sehr gute Planarisierungseigenschaften auf dem Halbleiter-Wafer zeigt.

20

Die der vorliegenden Erfindung zugrunde liegende Idee liegt also in der Auswahl eines solchen in Strukturen mit hohem Aspektverhältnis einfüllbaren, wenig schrumpfenden, thermisch belastbaren und problemlos zu ätzenden und zu strippenden Materials als Unterfüllung für die vertikale Strukturierung des Kragens in Verbindung mit einem thermischen Prozeß, welcher vorzugsweise zwischen 400°C und 500°C stattfindet.

25

30

Das Kragen-Konzept gemäß der vorliegenden Erfindung kann in alle bekannten Grabenprozesse sozusagen als Plug-in-Modul integriert werden. Die besonderen Vorteile dieses erfindungsgemäßen Konzepts liegen nicht nur in der Ermöglichung der Einführung innovativer Deep Trench-Submodule, wie z.B. "Wet

35

Bottle", "HSG (Hemispherical Silicon Grains)", GPD (Gas Phase

Doping)", sondern auch in der Kostenneutralität, da durch Einsparung des bisherigen entsprechenden Moduls voraussichtlich mehr Komplexität wegfällt als durch den erfindungsgemäßen Opferkragen neu aufgebaut wird.

5

Bevorzugte Weiterbildungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

10

Gemäss einer bevorzugten Weiterbildung erfolgen ein Vorsehen eines weiteren Liners auf der Grabenwand vor dem Füllen des Grabens in einem dritten thermischen Prozess mit einer dritten Maximaltemperatur und ein Entfernen des weiteren Liners aus dem unteren Bereich des Grabens unter Verwendung des ersten Liners als Maske nach dem Entfernen des Füllmaterials.

15

Gemäss einer weiteren bevorzugten Weiterbildung ist der zweite thermische Prozess ein CVD-Prozess.

20

Gemäss einer weiteren bevorzugten Weiterbildung beträgt die erste Maximaltemperatur höchstens 500 °C.

Gemäss einer weiteren bevorzugten Weiterbildung ist der dritte thermische Prozess ein konformaler Abscheidungsprozess.

25

Gemäss einer weiteren bevorzugten Weiterbildung ist das Füllmaterial ein Polymer organischen Ursprungs mit einer Temperaturbeständigkeit zwischen 400 °C und 500 °C.

30

Gemäss einer weiteren bevorzugten Weiterbildung wird das Füllmaterial in einem Aufschleuderprozess aufgebracht.

Gemäss einer weiteren bevorzugten Weiterbildung wird das Füllmaterial in einem Abscheidungsprozess aufgebracht und anschliessend zum Zerfliessen gebracht.

35

Gemäss einer weiteren bevorzugten Weiterbildung umfasst der erste thermische Prozess einen Bakeschritt zum Zerfliessenlassen und einen anschliessenden Cureschritt zur Aushärten bzw. Vernetzen.

5

Gemäss einer weiteren bevorzugten Weiterbildung wird das Füllmaterial in einem Veraschungsprozess, insbesondere in einem Sauerstoff-Plasmaprozess entfernt.

10 Gemäss einer weiteren bevorzugten Weiterbildung wird vor dem Füllen des Grabens ein Haftvermittler aufgebracht oder eine Oberflächenkonditionierung vorzugsweise mittels eines Plasmaprozesses durchgeführt.

15 Ein Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist in den Zeichnungen dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

20 Fig. 1a-i zeigen aufeinanderfolgende Verfahrensschritte einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Herstellung eines Grabenkondensators für eine DRAM-Speicherzelle.

25 In Figur 1a bezeichnet Bezugszeichen 1 ein Halbleitersubstrat, in das ein Graben 5 von typischerweise 5 μm Tiefe und 0.1 μm Breite eingebracht ist. Auf dem Halbleitersubstrat 1 aufgebracht sind eine Pad-Oxid-Schicht 3 und eine Pad-Nitrid-Schicht 10, wobei letztere als Ätzmaske zur Grabenätzung verwendet wird.

30

Mit Bezug auf den in Figur 1b gezeigten Prozeßzustand wird auf der resultierenden Struktur eine Siliziumnitrid-Linerschicht 10' abgeschieden, welche eine Dicke von typischerweise 6 nm aufweist. Diese Abscheidung wird in einem konformalen LPCVD-Prozeß durchgeführt, wobei die Prozeßtempe-

35

ratur typischerweise bei 780°C liegt. Alternativ dazu kann z.B. auch ein ALD-Al₂O₃-Prozess bei 300 °C durchgeführt werden.

- 5 Die Linerschicht 10' aus Siliziumnitrid garantiert, daß später der obere Kragenbereich später diffusionsdicht ist, beispielsweise angesichts einer später durchzuführenden Gasphasendotierung. Gleichzeitig funktioniert die Linerschicht 10' als Basisschicht für die weitere Füllung des Grabens 5.

10

Mit Bezug auf Figur 1c wird der Graben 5 in einem folgenden Prozeßschritt mit einem flüssigen Füllmaterial 20 lunkerfrei gefüllt. Lediglich am Boden des Grabens 5 könnte dabei ein kleiner Hohlraum 50 verbleiben, der sich nicht störend auswirken würde.

15

Das Füllmaterial 20 ist bei dieser Ausführungsform ein sogenanntes SiLK-Material, welches sich bei hohem Aspektverhältnis einfüllen läßt, wenig schrumpft, thermisch belastbar und problemlos zu ätzen bzw. zu stripfen ist.

20

Gegebenenfalls kann vor dem Füllen, welches bei dem vorliegenden Beispiel durch Aufschleudern geschieht, ein Haftvermittler aufgebracht werden oder eine Plasma-Behandlung, z.B. zwecks leichter Anitridierung, durchgeführt werden.

25

Selbstverständlich kann zum Aufbringen des Füllmaterials 20 anstelle des Aufschleuderprozesses ein CVD-Prozeß verwendet werden, wenn das Füllmaterial 20 anschließend nochmals zum Verfließen gebracht werden kann.

30

Die Anforderungen an das Füllmaterial 20 beim vorliegenden Beispiel sind:

- 35 a) lunkerfreies Auffüllen des Grabens 5,

- b) gute Planarität hinsichtlich der Dicke der planar überstehenden Schicht (bei Schichtdicken von 500 nm typischerweise besser als 100 nm), über der sich üblicherweise das Füllmaterial 20 mit leicht erhöhter Dicke sammelt,
- c) Temperaturbeständigkeit bis ca. 500°C (je nach folgendem Liner-Material)
- d) einfache Ätzbarkeit/Stripbarkeit, hochgradig selektiv zu Silizium, Siliziumdioxid und Siliziumnitrid

Bei der vorliegenden Ausführungsform erfolgt eine Auswahl eines lunkerfreien, in Strukturen mit hohem Aspektverhältnis einfüllbaren, wenig schrumpfenden, thermisch belastbaren und problemlos zu ätzenden und zu strippenden Füllmaterials 20 der SiLK-Gruppe, welche nachstehend näher definiert wird. Es dient als Unterfüllung für die vertikale Strukturierung des späteren Opferkragens ermöglicht thermischen Prozeß, welcher vorzugsweise zwischen 400°C und 500°C stattfindet.

Als Auswahlkandidat für das Füllmaterial 20 bietet sich u.a. eine Reihe von organischen Polymeren an, die bei der Entwicklung von Intermetall-Dielektrika entstanden sind.

Hinsichtlich der geforderten Stripbarkeit kommen insbesondere solche Polymer-Verbindungen in Frage, die nach dem Curing im wesentlichen hochgradig vernetzte CH-Gerüste mit möglichst geringem Sauerstoff- und vorzugsweise ohne Silizium-Anteil ausbilden.

Insbesondere sind dies SiLK (Dow Chemical), XLK (Dow Corning), PBO (Sumitomo), evtl. auch BCB (Dow Chemical) u.ä.. Die günstigsten Ätzeigenschaften sind gemäß jetzigem Kennt-

nisstand von SiLK (Dow Chemical) zu erwarten. Diese Materialien sind gänzlich Silizium-frei und können geätzt und verascht werden wie ein konventioneller Resist.

- 5 Die SiLK-Materialien umfassen organische aufschleuderbare Dielektrika, beispielsweise polyaromatisches Thermoset-Harz von Dow Chemical (SiLK) und Honeywell (FLARE). Weiterhin fallen darunter hybride organische/anorganische Silikatfilme, welche ebenfalls aufspinnbar sind, nämlich Wasserstoff-
- 10 Silsesquioxan (HSQ) (Dow Corning-FOX-XLK), Methyl-Silsesquioxan (MSQ) (JSR - LKD), Phenyl-Silsesquioxan (PSQ) (Shipley - Zirkon), Phenyl-Silsesquioxan (IBM - Dendriglass), Siloxan-organisches Polymer (Honeywell - HOSP), Silikat-Sol-Gel (Schumacher - ELK, MesoELK), Silikat-Sol-Gel (Honeywell -
- 15 Nanoglass).

- Nach einem Bake des Füllmaterials 20, bei dem ein Großteil des Lösungsmittels ausgetrieben wird, und ein erneutes Verfließen des Füllmaterials 20 durchgeführt wird, erfolgt ein
- 20 Curing-Schritt bei einer Temperatur, die nur unwesentlich geringer ist als die Abscheidetemperatur eines nachgeschalteten Liners, also typischerweise bei einer Temperatur zwischen
- 400°C und 500°C. Bake und Cure sind so zu gestalten, daß weder ein signifikanter Volumenschrumpf (inerte Atmosphäre)
- 25 noch Delamination von der geraden Seitenwand bzw. der verwendeten Basisschicht auftritt.

- In einem darauffolgenden Prozeßschritt, welcher mit Bezug auf Figur 1d erläutert ist, erfolgt dann die Rückätzung des Füll-
- 30 materials 20 bis zu einer Grenzfläche 13, bis zu der ein Kragenbereich 15 des Grabens definiert wird, welcher typischerweise eine Tiefe von 1 - 2 µm aufweist.

- Im nächsten Prozeßschritt, welcher mit Bezug auf Figur 1e illustriert ist, wird dann ganzflächig ein Siliziumdioxid-Liner
- 35

mit einer Dicke von typischerweise 10 bis 20 Nanometer in einem CVD-Verfahren abgeschieden.

Jedoch kann je nach erlaubter thermischer Belastung auf ein
5 anderes Liner-Material ausgewichen werden, z.B. LPCVD-Polysilizium, bei einer Abscheidetemperatur von unter ca. 500°C. Vor der Abscheidung des Liners 30 ist ein separates Ausgasen des SiLKs in einer separaten Kammer zweckmäßigerweise durchzuführen. Alternativ kann auch eine ALD-Al₂O₃-Abscheidung
10 bei typischerweise 300°C durchgeführt werden, falls der erste Liner 10' nicht bereits aus diesem Material besteht.

In einem darauffolgenden Prozeßschritt, welcher mit Bezug auf
15 Figur 1f gezeigt ist, wird dann der Oxid-Liner 30 zurückgeätzt und an der Grenzfläche 13 zum verbleibenden Füllmaterial 20 geöffnet.

Mit Bezug auf Figur 1g erfolgt dann ein Entfernen des SiLK-Materials, beispielsweise durch eine Veraschung, und gegebenenfalls eine anschließende Polymer-Reinigung, d.h. eine Entfernung der noch im Graben 5 befindlichen Polymere. Hierbei
20 können für die Ätzung Sauerstoff-Plasmen Verwendung finden, und ein Strip kann in einem einfachen Verascher durchgeführt werden. Das Strippen kann ohne die Gefahr von Resten im Graben 5 und hochgradig selektiv zu allen konventionell verwendeten Materialien, wie Silizium, Siliziumdioxid, Siliziumnitrid, durchgeführt werden. Damit liegt im unteren Grabenbereich wieder die Siliziumnitrid-Schicht 10' frei, welche im
25 oberen Grabenbereich, d.h. im Kragenbereich 15, durch den Liner 30 maskiert ist.

Im Prozeßschritt gemäß Figur 1h erfolgt dann eine Nitrid-Ätzung zum Entfernen des Liners 10' aus dem unteren Grabenbereich, wobei diese Ätzung selektiv zum Oxid-Liner 30 sein
35

muß. Wie in Figur 1h angedeutet, kann es dabei zu einer geringfügigen Unterätzung des Liners 30 kommen. Dieser Ätzprozeß kann beispielsweise in heißer Phosphorsäure stattfinden.

- 5 Nachdem somit ein dichter Kragen im Kragenbereich 15 des Grabens 5 erstellt ist, können nun weitere Grabenprozesse im unteren Teil des Grabens stattfinden. Beispielhaft dafür dargestellt in Figur 1i ist ein HSG-Prozeß. Dies führt zur typischen HSG-Struktur 40 im unteren Grabenbereich.

10

Eine weitere Möglichkeit besteht darin, einen Wet Bottle-Prozeß zur Aufweitung des Grabens im unteren Bereich durchzuführen. Ebenfalls möglich ist beispielsweise eine Gasphasen-dotierung.

15

- An einen oder mehrere derartige Grabenprozesse anschließend kann der Kragenstapel aus den Linern 10' und 30 im Kragenbereich 15 entfernt werden, z.B. in HF. Für den Fall, daß andere Liner-Materialien zum Einsatz kommen (beispielsweise Polysilizium oder Al_2O_3), können diese z.B. auch naßchemisch in Silizium-Ätze oder heißer Phosphorsäure gestript werden. Für den Silizium-Strip bietet sich insbesondere die sogenannte Wet Bottle-Ätzung an, welche sowohl das Liner-Silizium entfernen als auch den Graben im unteren Bereich vergrößern
20 könnte. Letztere Variante ist allerdings nicht kompatibel mit einer HSG-Struktur.

25

- Im Anschluß daran kann der konventionelle Integrationsfluß fortgeführt werden, mittels dem der bekannte Grabenkondensator, beispielsweise zur Verwendung in einer Speicherzelle,
30 hergestellt wird.

Obwohl die vorliegende Erfindung vorstehend anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele beschrieben wurde, ist sie darauf

nicht beschränkt, sondern auf vielfältige Art und Weise modifizierbar.

Insbesondere sind die angeführten Materialien nur beispielhaft und durch andere Materialien mit geeigneten Eigenschaften ersetzbar. Dasgleiche gilt für die genannten Ätzprozesse und Abscheidungsprozesse.

Insbesondere könnte bei den vorliegenden Prozeßschritten auch die anfängliche Abscheidung des Siliziumnitrid-Liners 10' entfallen, wenn man einen entsprechend kalten Liner-Prozeß für den zweiten Liner findet, der die geforderte Dichtigkeit für die folgenden Prozesse gewährleisten kann. Von PECVD-Siliziumnitrid ist bekannt, daß diese Liner einige 10' nm dick sein müßten. Aus diesem Grund, aber auch aufgrund des günstigeren Füllverhaltens für Spin-on-Materialien auf Nitrid (anstatt Oxid oder Silizium) ist hier in dem oben beschriebenen Ausführungsbeispiel die Kombination eines dichten LPCVD-Siliziumnitrid-Liners und eines PECVD-Oxid-Liners bevorzugt worden.

Patentansprüche

1. Herstellungsverfahren für eine Halbleiterstruktur mit einem Graben (5), insbesondere zur Verwendung bei der Herstellung eines Grabenkondensators, mit den Schritten:

Bereitstellen eines Halbleitersubstrats (1);

Bilden des Grabens (5) in dem Halbleitersubstrat (1);

10

Füllen des Grabens (5) mit einem flüssigen Füllmaterial (20) oder einem zerfliessfähigen Füllmaterial (20), welches zumindest einmal im Graben (5) zum Zerfliessen gebracht wird;

15 Aushärten des Füllmaterials (20), so dass das Füllmaterial (20) eine Temperaturbeständigkeit in einem ersten thermischen Prozess mit einer ersten Maximaltemperatur aufweist;

20 Entfernen des Füllmaterials (20) aus dem oberen Bereich des Grabens (5) bis zu einer Grenzfläche (13) zum Definieren eines Kragenbereichs (15) im oberen Bereich des Grabens (5);

Vorsehen eines Liners (30) im Kragenbereich (15) auf der Grabenwand in einem zweiten thermischen Prozess mit einer zweiten Maximaltemperatur, welche höchstens nicht wesentlich höher als die erste Maximaltemperatur ist;

30

Durchbrechen des Liners (30) an der Grenzfläche (13) zum Füllmaterial (20); und

Entfernen des Füllmaterials (20) aus dem unteren Bereich des Grabens (10'8).

2. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch die Schritte:

35

Vorsehen eines weiteren Liners (10') auf der Grabenwand vor dem Füllen des Grabens (5) in einem dritten thermischen Prozess mit einer dritten Maximaltemperatur; und

5

Entfernen des weiteren Liners (10') aus dem unteren Bereich des Grabens (5) unter Verwendung des ersten Liners (30) als Maske nach dem Entfernen des Füllmaterials (20).

10 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

dass der zweite thermische Prozess ein CVD-Prozess ist.

4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3,

15 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

dass die erste Maximaltemperatur höchstens 500 °C beträgt.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

20 dass der dritte thermische Prozess ein konformaler Abscheidungsprozess ist.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

25 dass das Füllmaterial (20) ein Polymer organischen Ursprungs mit einer Temperaturbeständigkeit zwischen 400 °C und 500 °C ist.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

30 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

dass das Füllmaterial (20) in einem Aufschleuderprozess aufgebracht wird.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

35 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

dass das Füllmaterial (20) in einem Abscheidungsprozess aufgebracht und anschliessend zum Zerfliessen gebracht wird.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

5 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass der erste thermische Prozess einen Bakeschritt zum Zerfliessenlassen und einen anschliessenden Cureschritt zum Aushärten bzw. Vernetzen umfasst.

10 10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, da-

durch gekennzeichnet, dass das Füllmaterial (20) in einem Veraschungsprozess, insbesondere in einem Sauerstoff-Plasmaprozess entfernt wird.

15 11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass vor dem Füllen des Grabens (5) ein Haftvermitteler aufgebracht wird oder eine Oberflächenkonditionierung vorzugsweise mittels eines Plasmaprozesses durchgeführt wird.

Zusammenfassung

Die vorliegende Erfindung schafft ein Herstellungsverfahren für eine Halbleiterstruktur mit einem Graben (5), insbesondere zur Verwendung bei der Herstellung eines Grabenkondensators, mit den Schritten: Bereitstellen eines Halbleitersubstrats (1); Bilden des Grabens (5) in dem Halbleitersubstrat (1); Füllen des Grabens (5) mit einem flüssigen Füllmaterial (20) oder einem zerfliessfähigen Füllmaterial (20), welches
10 zumindest einmal im Graben (5) zum Zerfliessen gebracht wird; Aushärten des Füllmaterials (20), so dass das Füllmaterial (20) eine Temperaturbeständigkeit in einem ersten thermischen Prozess mit einer ersten Maximaltemperatur aufweist; Entfernen des Füllmaterials (20) aus dem oberen Bereich des Grabens
15 (5) bis zu einer Grenzfläche (13) zum Definieren eines Kragenbereichs (15) im oberen Bereich des Grabens (5); Vorsehen eines Liners (30) im Kragenbereich (15) auf der Grabenwand in einem zweiten thermischen Prozess mit einer zweiten Maximaltemperatur, welche höchstens nicht wesentlich höher die erste
20 Maximaltemperatur ist; Durchbrechen des Liners (30) an der Grenzfläche (13) zum Füllmaterial (20); und Entfernen des Füllmaterials (20) aus dem unteren Bereich des Grabens (10'8).

25 (Fig. 1i)

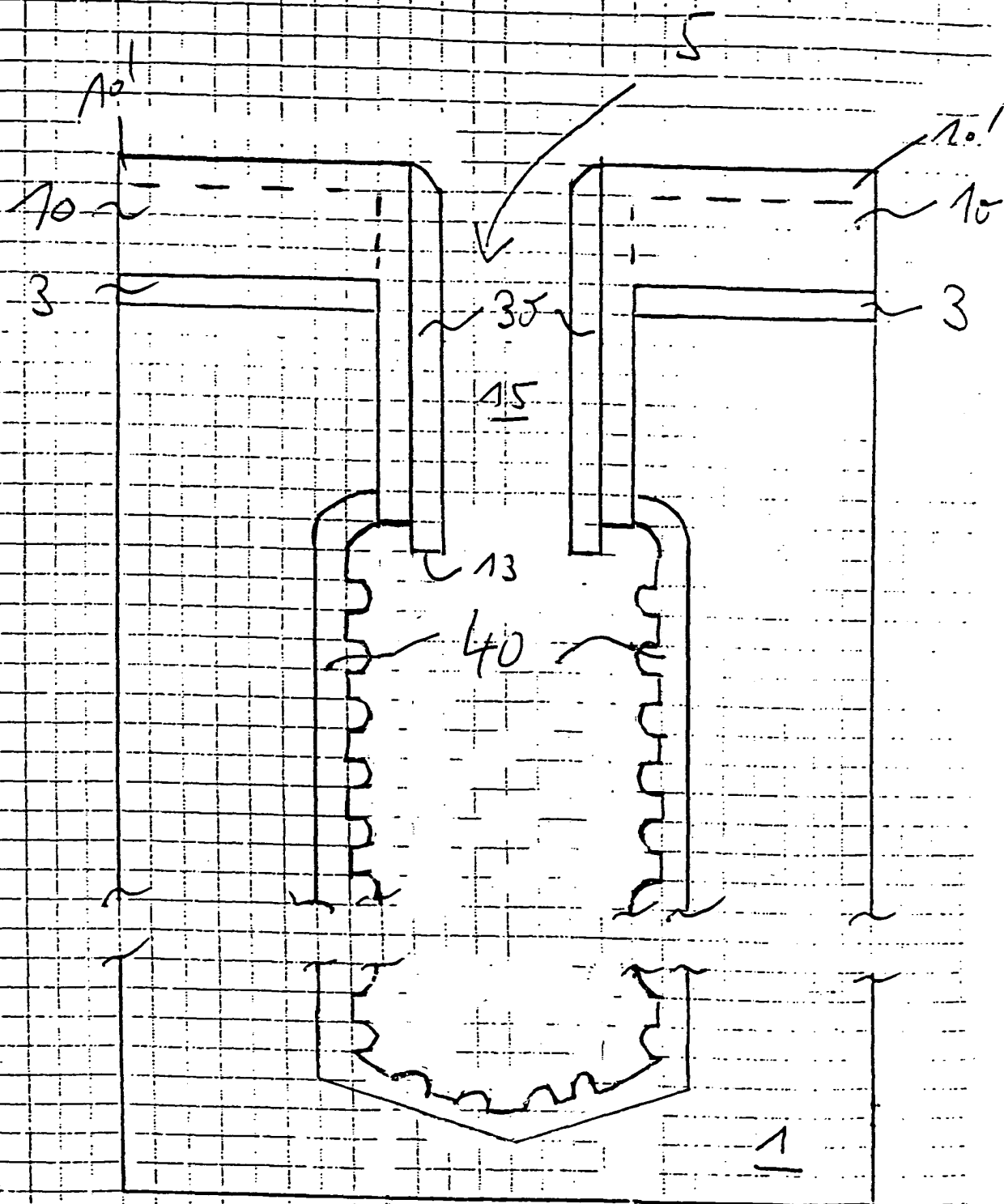


Fig. 1i

Bezugszeichenliste:

	1	Halbleitersubstrat
	3	Padoxidschicht
5	5	Graben
	10	Pad-Nitrid
	10'	Nitridliner
	13	Grenzfläche
	15	Kragenbereich
10	20	SiLK-Füllung
	50	Hohlraum
	30	Oxidliner
	40	HSG-Struktur

1/9

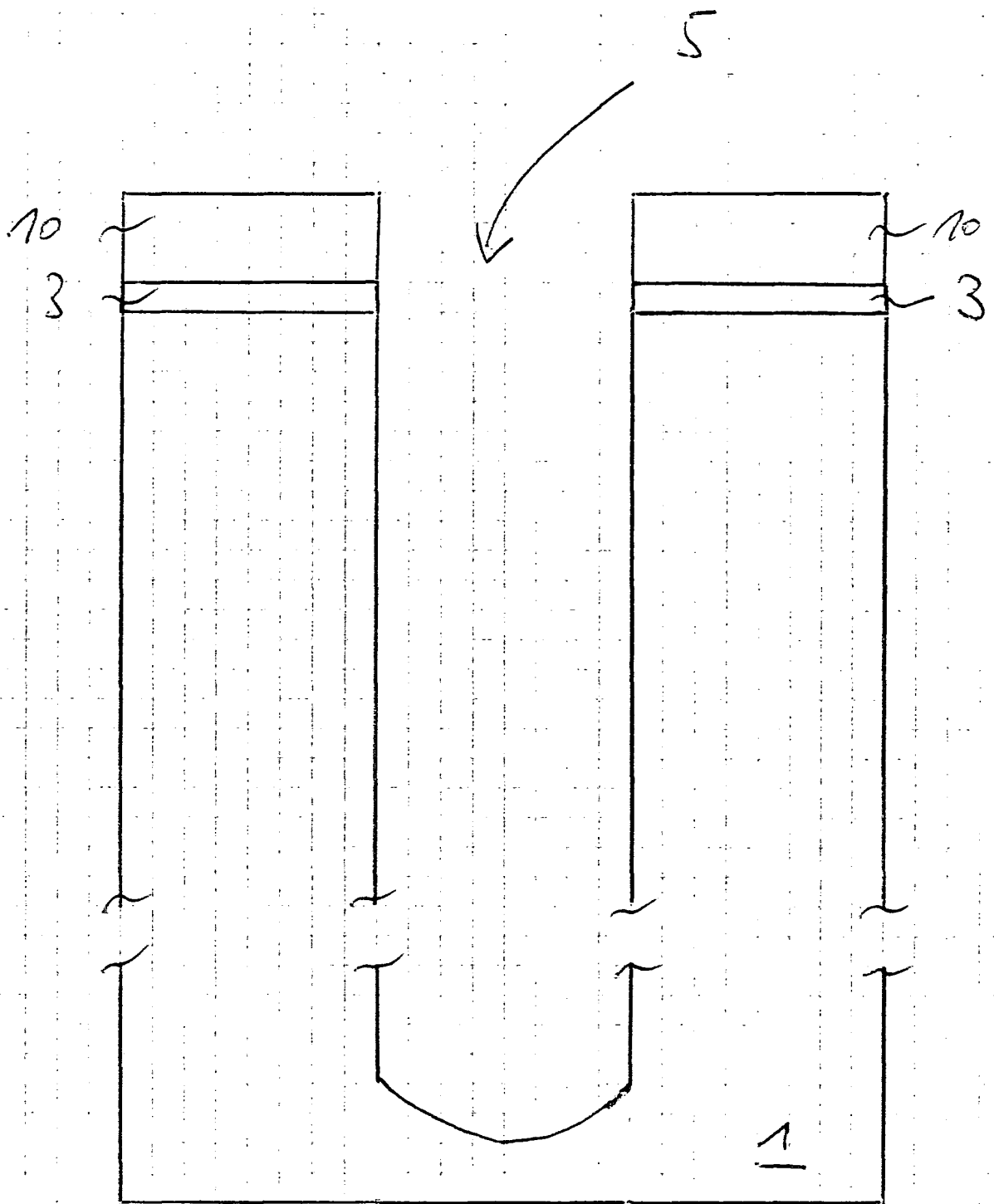


Fig. 1a

2/9

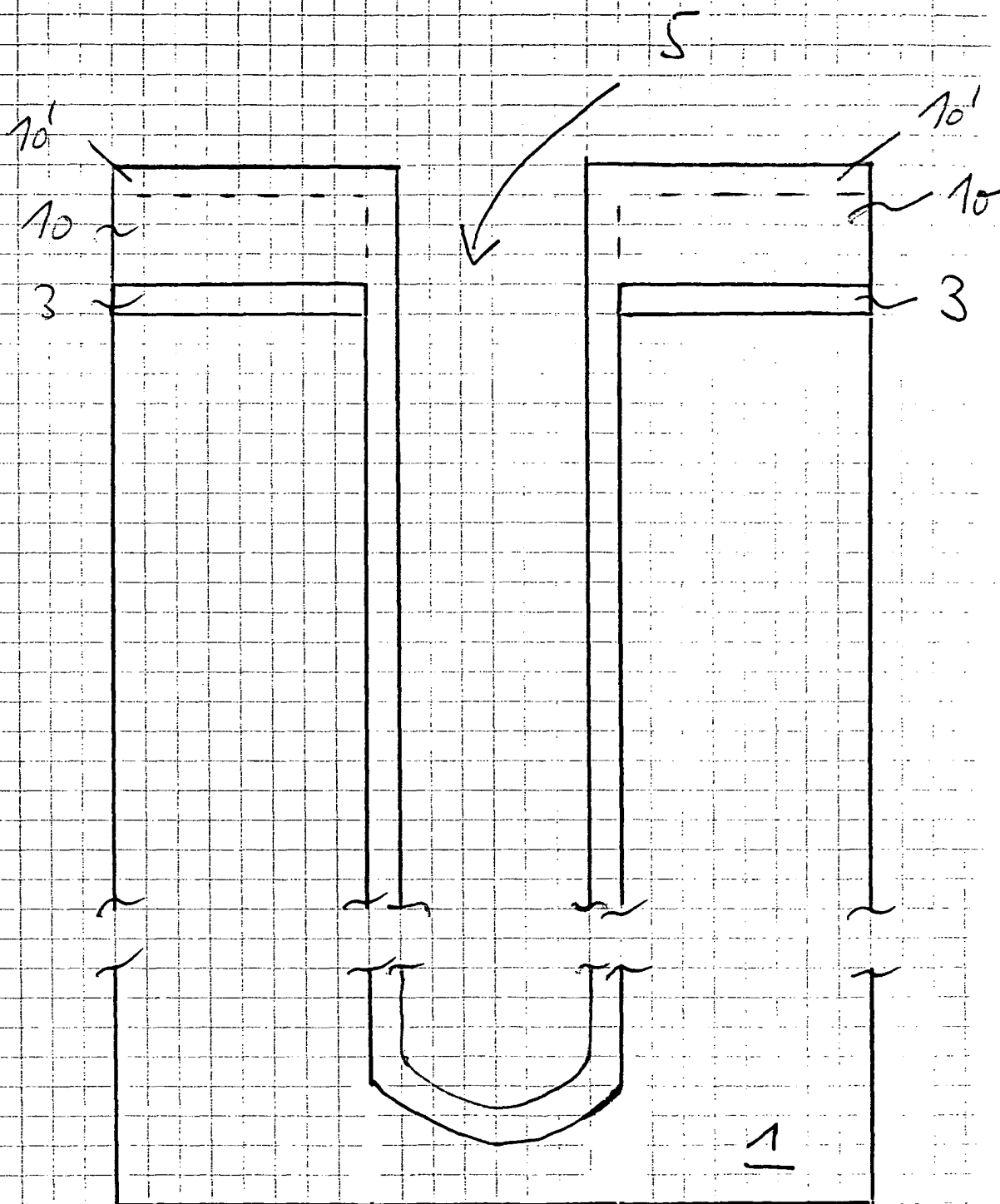


Fig. 16

3/9

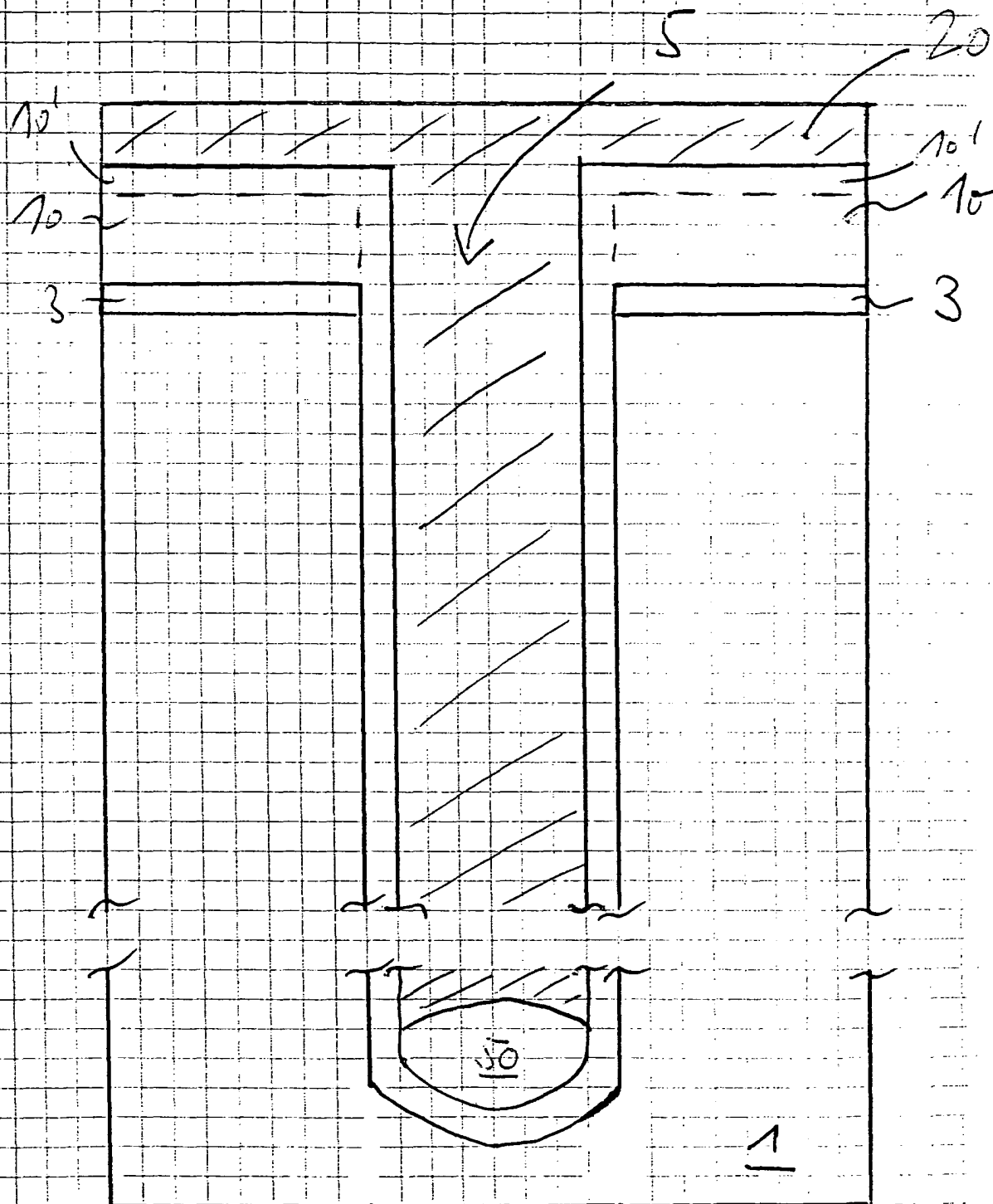


Fig. 1c

4/9

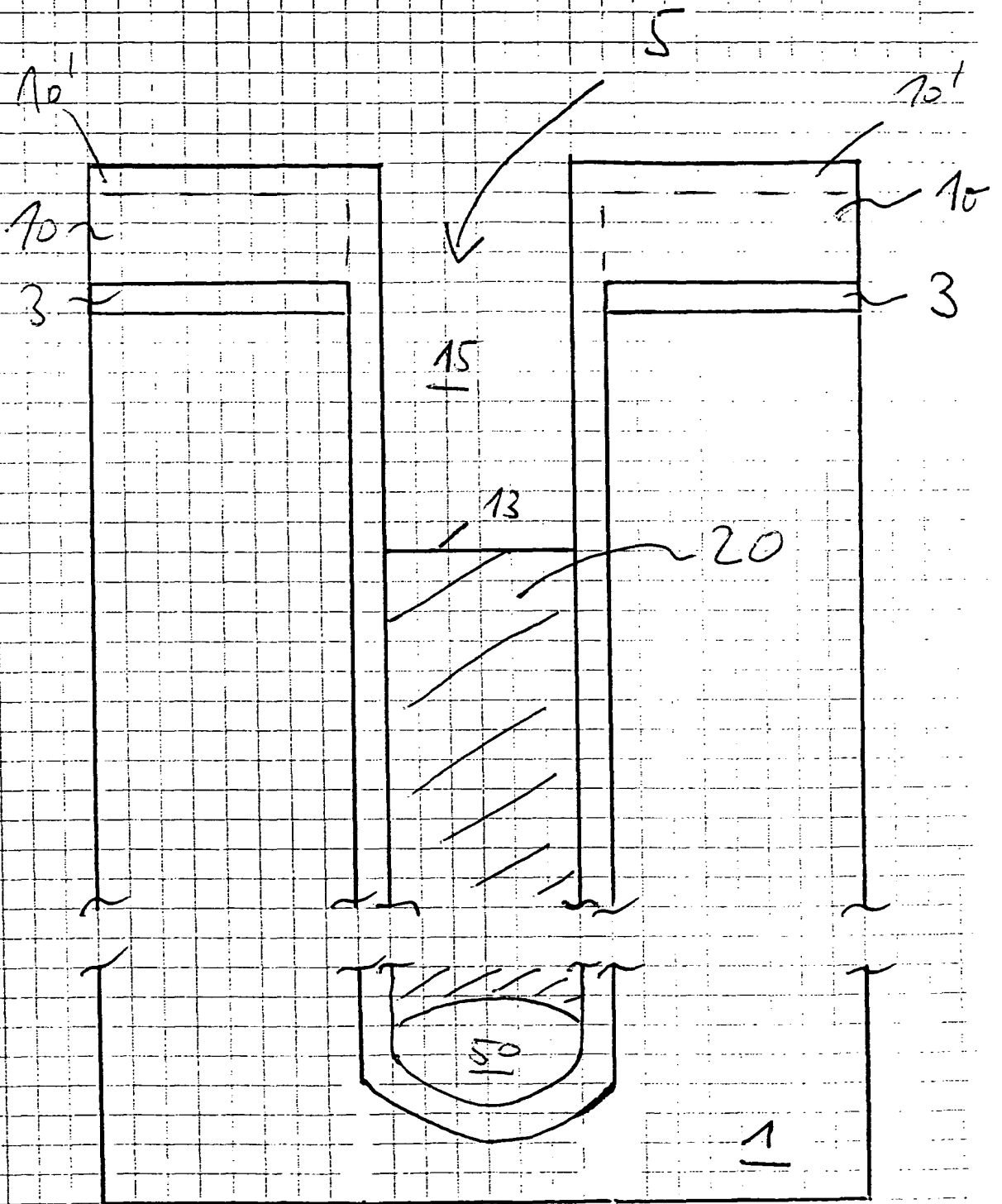


Fig. 1a

5/9

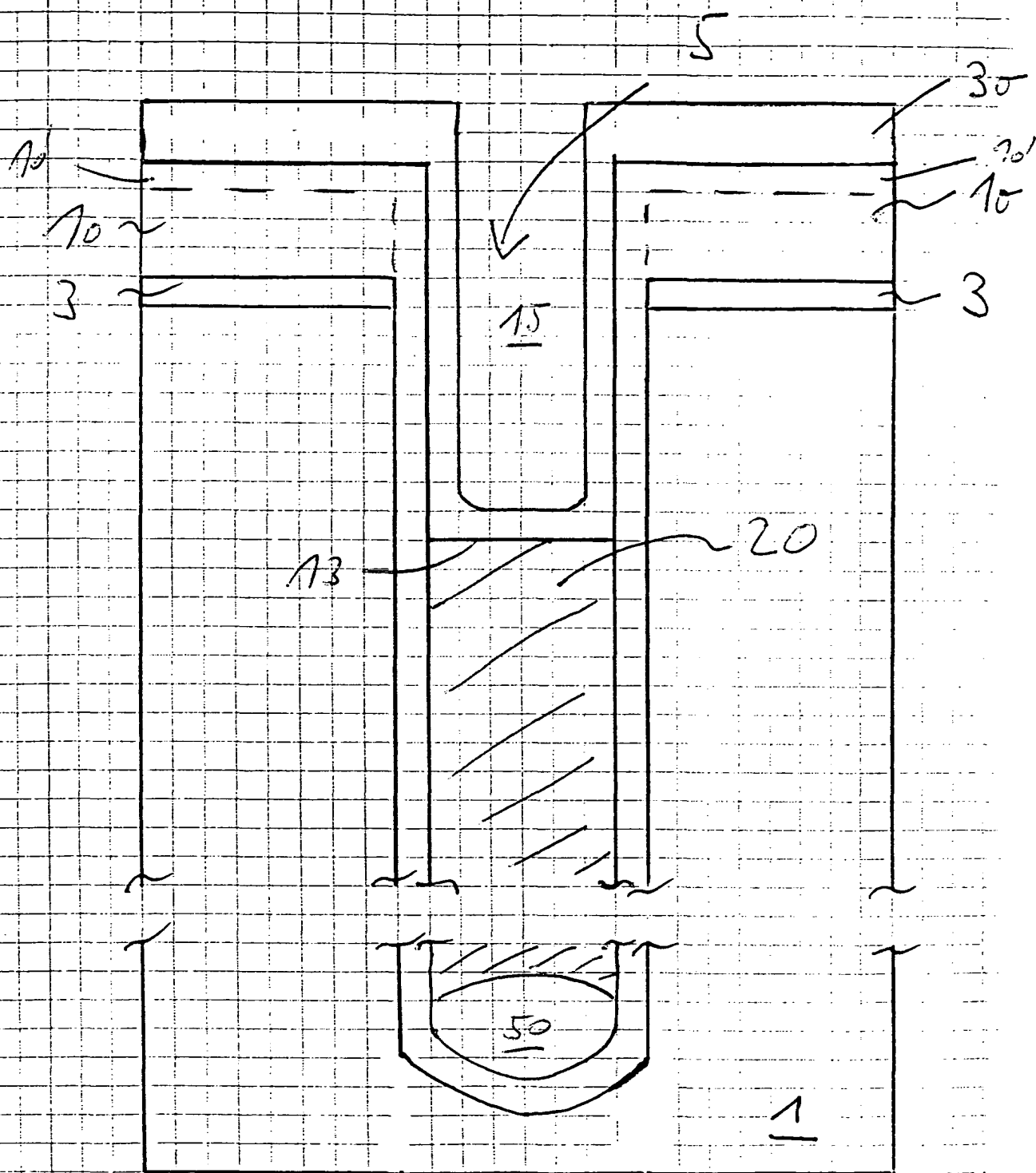


Fig. 1e

6/9

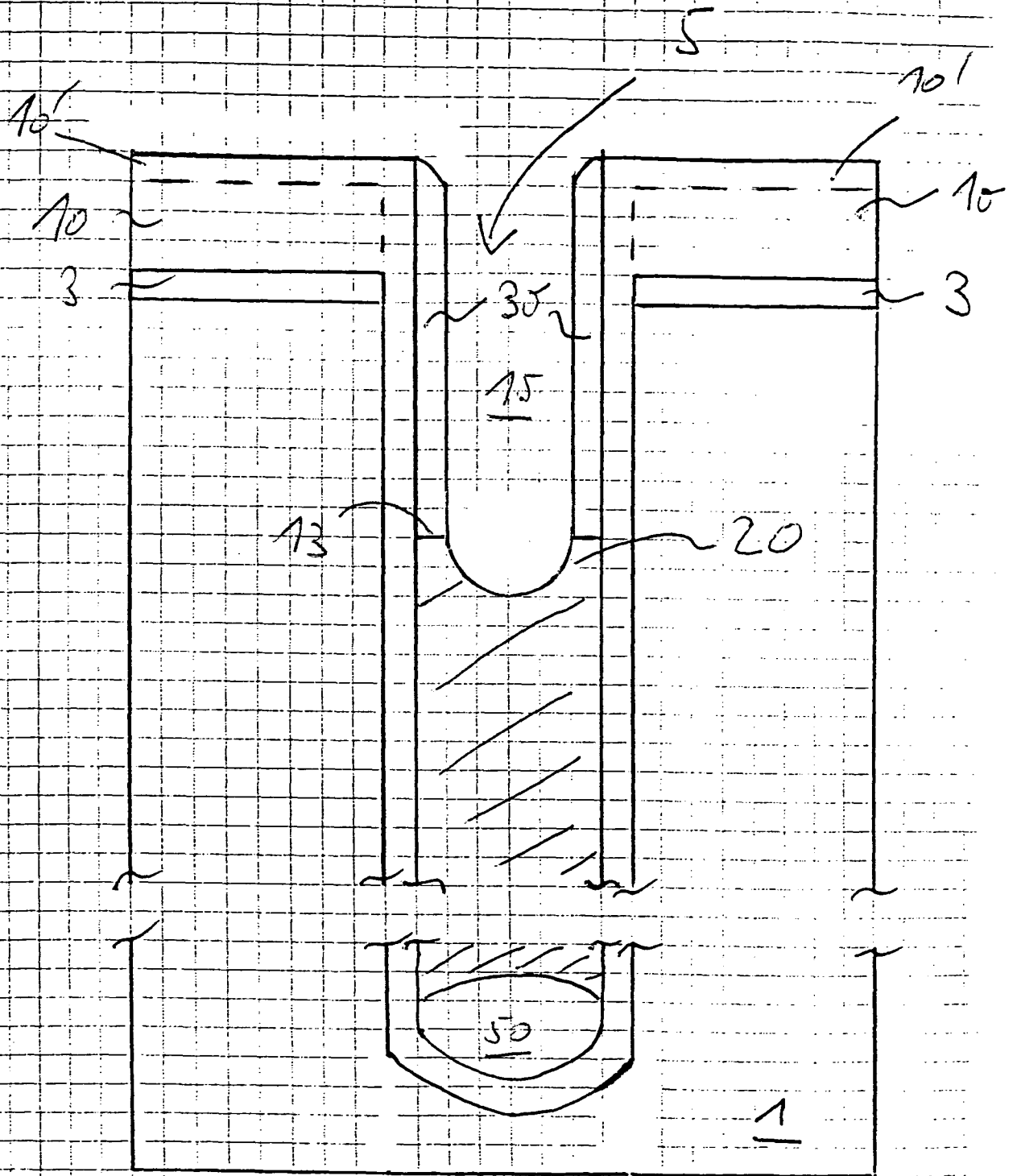


Fig. 1f

Hand-drawn technical drawing of a mechanical part on grid paper. The part is a rectangular block with a U-shaped cutout at the bottom. Dimensions are indicated with arrows and numbers: 10 (width), 3 (height of the top section), 35 (height of the main body), 15 (height of the U-shaped cutout), and 13 (width of the U-shaped cutout). A dashed line indicates a hidden edge. A small '1' is written at the bottom right.

Fig. 1g

8/9

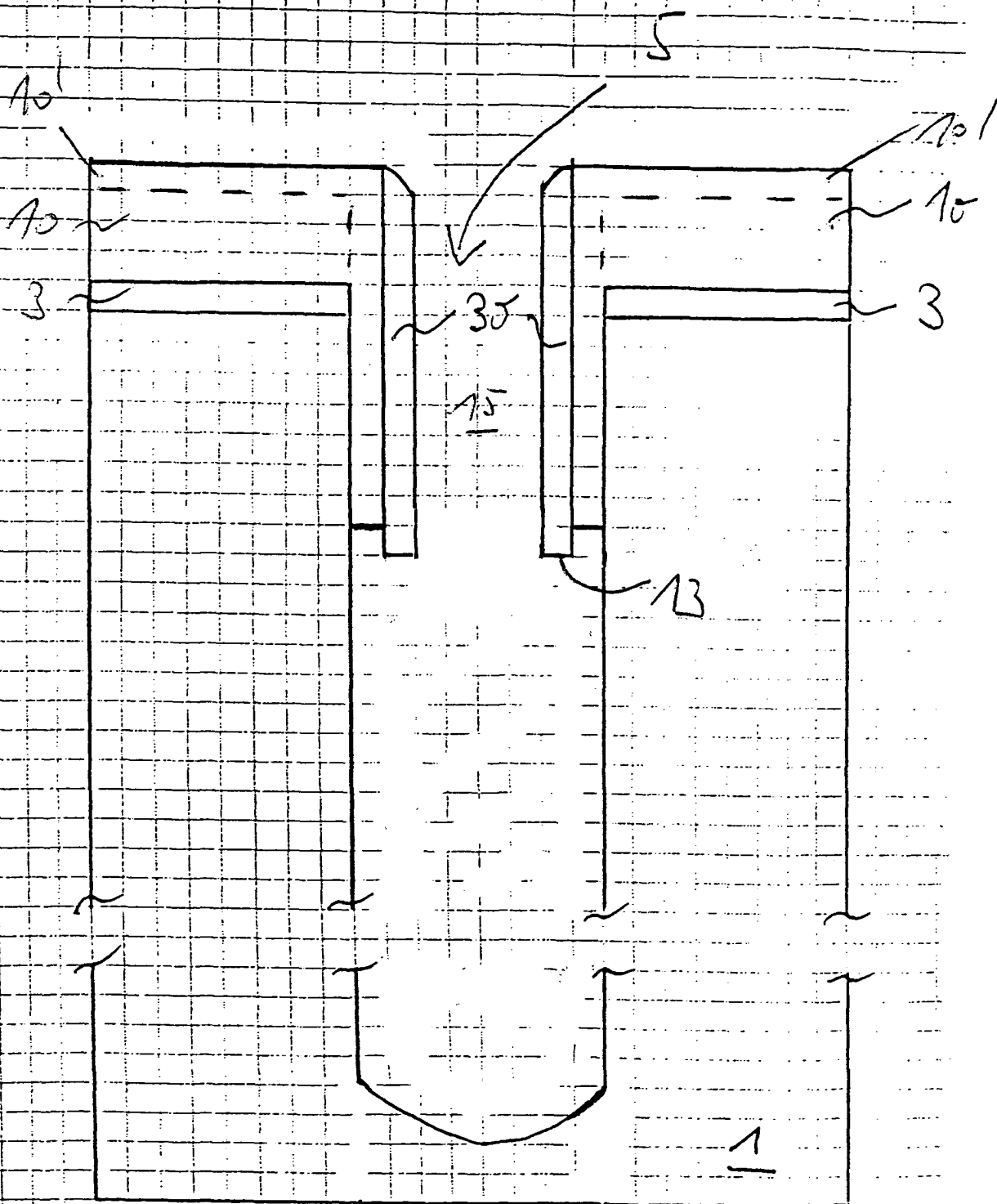


Fig. 1h

S/3

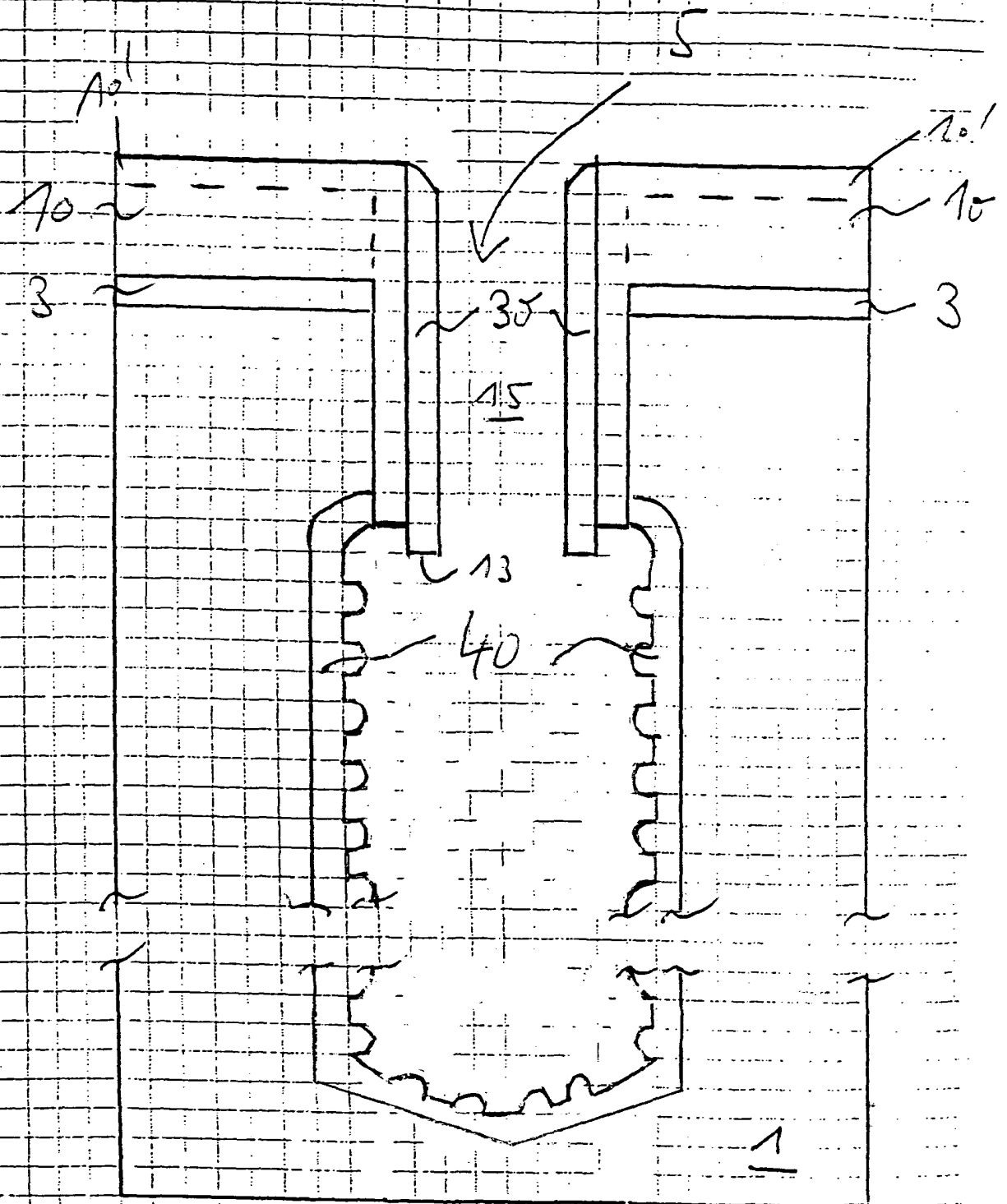


Fig. 1c